

Beeinflussungsgerät für Steuergeräte

Die Erfindung betrifft ein Beeinflussungsgerät zur Beeinflussung mindestens eines Steuergeräts mit mindestens einem Steuergerät-Microcontroller und mit
5 mindestens einer Steuergerät-Debug-Schnittstelle, wobei das Beeinflussungs-
gerät zumindest eine programmierbare Einheit, wenigstens eine Datenübertra-
gungs-Schnittstelle zur Verbindung des Beeinflussungsgeräts mit einer Be-
dieneinheit und mindestens eine Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle zur
10 Verbindung des Beeinflussungsgeräts mit der Steuergerät-Debug-Schnittstelle
des Steuergeräts umfaßt.

Beeinflussungsgeräte der oben beschriebenen Art sind aus der Praxis bekannt
und finden vor allem in der angewandten Forschung und der industriellen
Entwicklung überall dort ihren Einsatz, wo Steuergeräte entwickelt und zum
15 Einsatz gebracht werden sollen.

Unter einem Steuergerät wird im folgenden jegliche Art von elektronischen
Geräten verstanden, mit deren Hilfe technisch-physikalische Prozesse beein-
flußt werden. Üblicherweise umfaßt ein solches Steuergerät zumindest eine
20 Recheneinheit, z. B. in Form eines Prozessors oder Microcontrollers, Speicher
sowie Eingabe-/Ausgabeschnittstellen (I/O-Schnittstellen), um Berechnungen
in Abhängigkeit von intern gespeicherten Parametern bzw. internen Rechen-
größen und/oder von gemessenen – jedenfalls von extern bereitgestellten –
Größen durchführen zu können und um gleichermaßen durch Ausgabe von
25 elektrischen Signalen auf externe Vorgänge einwirken zu können. Steuerge-
räte wirken damit im regelungstechnischen Sinne nicht einfach nur als Steue-
rungen, sondern sie sind insbesondere auch dazu geeignet, komplexe Rege-
lungsaufgaben zu lösen. Wenn im folgenden von Steuergeräten, Steuerungen
und dem Vorgang des Steuerns die Rede ist, sind stets auch Vorrichtungen
30 und Tätigkeiten nach der oben angegebenen allgemeineren Definition umfaßt.

Weiterhin ist im folgenden stets von verschiedenen Microcontrollern die Re-
de. Darunter werden elektronische Rechneinheiten mit zugeordnetem elek-
tronischen Speicher verstanden, unabhängig davon, ob der Speicher vollstän-
35 dig oder teilweise in einem Bauteil mit der Rechneinheit realisiert ist, oder

ob Rechereinheit und zugeordneter Speicher als voneinander getrennte Bauteile vorliegen.

Der Einsatz von Beeinflussungsgeräten wird durch die nachfolgende Darstellung des Entwicklungsprozesses deutlich, den Steuergeräte – zumindest im Rahmen umfangreicherer Aufgabenstellungen – in der Praxis durchlaufen.

Am Anfang einer regelungstechnischen Aufgabenstellung steht zunächst die mathematische Modellierung und Simulation eines technisch-physikalischen Prozesses, dem ein wünschgemäßes dynamisches Verhalten aufgeprägt werden soll. Anhand des resultierenden abstrakten mathematischen Modells lassen sich verschiedene Regelungskonzepte, die ebenfalls ausschließlich als mathematische Modellvorstellung vorliegen, im Rahmen numerischer Simulationen erproben; dieser Schritt stellt die Phase der Modellierung und des Reglerentwurfes meist auf Basis computergestützter Modellierungswerkzeuge dar.

In einem zweiten Schritt wird der im mathematischen Modell entworfene Regler auf eine echtzeitfähige Simulations-Einheit übertragen, die meist sowohl in ihrer Rechenleistung wie auch hinsichtlich ihrer I/O-Fähigkeiten ein übliches Serien-Steuergerät bei weitem übertrifft und mit dem echten physikalischen Prozeß wechselwirkend in Verbindung steht. Da die Übertragung des abstrakt formulierten Reglers von einem Modellierungswerkzeug auf die Simulations-Einheit weitestgehend automatisiert erfolgt, wird in der zweiten Phase von Rapid-Control-Prototyping (RCP) oder Funktions-Prototyping gesprochen.

Ist das regelungstechnische Problem mit dem auf der Simulations-Einheit betriebenen Regler gelöst, wird der Regelungsalgorithmus im Rahmen der Steuergeräte-Implementierung – meist voll automatisiert – auf das letztendlich in der Praxis einzusetzende (Serien-) Steuergerät übertragen.

Das nun im realen Prozeß grundsätzlich einsetzbare Steuergerät wird vor seinem Einsatz häufig zunächst einem Test unterzogen, indem der reale Prozeß, mit dem das Steuergerät letztendlich Wechselwirken soll, teilweise oder vollständig durch eine echtzeitfähige Simulations-Einheit simuliert und das Steu-

ergerät durch Signal-Testmuster stimuliert wird (Hardware-in-the-Loop-Simulation). Das derart getestete Steuergerät wird letztendlich in den realen Prozeß eingesetzt und mit ihm wechselwirkend betrieben.

5 Trotz der zuvor durchgeführten umfangreichen Tests ist es meist notwendig, Abstimmungen am Steuergerät bzw. an den im Steuergerät implementierten Funktionen vorzunehmen. Dazu ist es zum einen notwendig, den Zustand des Steuergeräts, also alle vom Steuergerät ein- bzw. ausgegebenen wie auch intern verwendeten Daten per Daten-Akquisition zeitnah beobachten, aufzeichnen und analysieren zu können. Zum anderen ist es notwendig, durch schrei-
10 benden Zugriff auf den Speicher des Steuergeräts die den Funktionen/Regelungsalgorithmen zu Grunde liegenden Parameter bzw. Parametersätze, also Kennzahlen, -linien oder -felder, verändern zu können. Die beschriebenen Vorgänge werden insgesamt als Steuergeräte-Applikationen bezeichnet.
15

Sollen nicht nur Parameter von Funktionen des Steuergeräts, also im Speicher des Steuergeräts abgelegte Daten, sondern die im Steuergerät implementierten Funktionen selbst testweise verändert werden, kommt das sogenannte Funktions-Bypassing zum Einsatz, bei dem das Steuergerät einer echtzeitfähigen
20 Simulations-Einheit den Aufruf einer Steuergeräte-Funktion signalisiert, das Steuergerät selbst die Funktion jedoch nicht ausführt, sondern lediglich das Ergebnis der auf der Simulations-Einheit ersatzweise berechneten Funktion entgegennimmt und weiterverwendet; es findet also ein Bypass der Steuergeräte-Funktion statt.
25

In beiden geschilderten Szenarien – der Steuergeräte-Applikation und dem Funktions-Bypassing – ist es notwendig, einen besonderen Zugang zum Steuergerät zu schaffen, über den eine Beobachtung und aktive Beeinflussung des
30 Steuergeräts möglich ist. Dies ist die Aufgabe von Beeinflussungsgeräten im Sinne der hier in Rede stehenden Erfindung.

Aus der Praxis sind im wesentlichen zwei Methoden bekannt, über die Beeinflussungsgeräte Zugang zu Steuergeräten erlangen.

Bei Nutzung einer parallelen Schnittstelle sind üblicherweise Eingriffe in die Hardware des Steuergeräts notwendig, da das Beeinflussungsgerät in diesem Fall wie ein Speicher-Emulator arbeitet und beispielsweise über einen Adapter, der an die Stelle eines Speicherbausteins des Steuergeräts tritt oder von
5 einem extra dafür vorgesehenen Steckplatz auf der Platine des Steuergeräts aufgenommen wird und auf den Adreß- und Datenbus des Steuergerät-Microcontrollers zugreift (dSPACE Produktkatalog 2004, S. 292-293). Das Beeinflussungsgerät selbst enthält dabei als zentrales Element einen zweiseitig zugreifbaren Speicher (Dual-Port-Memory, DPMEM) und eine Datenübertra-
10 gungs-Schnittstelle, über die das Beeinflussungsgerät mit einer Bedieneinheit verbunden ist. Der zweiseitig zugreifbare Speicher kann nun seitens der Bedieneinheit von einem Applikateur gelesen und beschrieben werden, wobei die in den zweiseitig zugreifbaren Speicher des Beeinflussungsgeräts abgelegten Daten automatisch von dem Steuergerät-Microcontroller gelesen werden können, da sich der zweiseitig zugreifbare Speicher durch die Ankopp-
15 lung an den Daten- und Adreßbus des Steuergerät-Microcontrollers im Adreßraum des Microcontrollers befindet.

Allerdings werden in der Praxis nicht nur die beschriebenen Veränderungen an der Hardware sondern auch Modifikationen an bzw. Ergänzungen zu dem
20 auf dem Steuergerät ablaufenden Steuergeräte-Programm vorgenommenen. Dies ist beispielsweise deshalb notwendig, um auch interne, im integrierten Speicher des Steuergerät-Microcontrollers abgelegte Daten beobachtbar und veränderbar zu machen. Dazu werden zusätzliche Softwaredienste im Steuer-
25 gerät implementiert, die interne Daten des Steuergerät-Microcontrollers in einen Speicherbereich des Microcontrollers kopieren, der innerhalb des über den externen Adreß- und Datenbus erreichbaren Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers liegt. Umgekehrt gibt es ebenfalls Softwaredienste, die Daten aus dem über den externen Adreß- und Datenbus erreichbaren Adreßraum
30 des Steuergerät-Microcontrollers in den internen Speicherbereich des Steuergerät-Microcontrollers kopieren.

Für das Übertragen der Daten werden deshalb im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers eine Adreßliste und eine Datenliste vorgesehen, wobei die
35 Adreßliste jene Adressen im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers beinhaltet, deren Daten entweder gelesen und an einen Platz innerhalb der

Datenliste abgelegt werden sollen, oder wobei die Adreßliste jene Adressen im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers beinhaltet deren Inhalte mit entsprechenden Daten aus der Datenliste beschrieben werden sollen.

5 Das oben beschriebene Verfahren ist u. a. deshalb nachteilig, weil die Adreß- und Datenlisten sowie die Softwaredienste zusätzlichen Speicherplatz innerhalb des Steuergeräts belegen und die Ausführung der Softwaredienste Rechenleistung des Steuergerät-Microcontrollers bindet, die für die ausschließliche Ausführung der Steuerungsfunktionen des Steuergeräts nicht benötigt
10 wird. Das Verhalten des Steuergeräts bei der Steuergeräte-Applikation kann deshalb unter Umständen kaum noch mit dem Verhalten vergleichbar sein, das das Steuergerät ohne die zusätzliche Ausführung der der Applikation dienenden Softwaredienste zeigen würde.

15 Eine weitere aus der Praxis bekannte Methode des Zugriffs eines Beeinflussungsgeräts auf ein Steuergerät besteht in der Nutzung von seriellen Schnittstellen (siehe z. B. dSPACE Produktkatalog 2004, S. 84-85), mit denen moderne Steuergeräte üblicherweise ausgestattet sind. Hier ist ein Eingriff in die Hardware des Steuergeräts gegenüber der Nutzung einer parallelen Schnittstelle, nicht mehr erforderlich. Allerdings muß das Steuergerät mit zusätzlichen Softwarediensten ausgestattet werden, um einen Datenaustausch über die serielle Schnittstelle z. B. mit einem Beeinflussungsgerät, vornehmen zu können. Von Beeinflussungsgeräten dieser Art geht die vorliegende Erfindung aus.

25 Die oben beschriebenen – beim Verfahren unter Nutzung einer parallelen Schnittstelle verwendeten – Adreß- und Datenlisten wie auch die Softwaredienste zum kopieren von Daten aus den und in die Datenlisten werden auch beim seriellen Verfahren verwendet, so daß sich insgesamt eine höhere Belastung des Steuergerät-Microcontrollers wie auch ein höherer Speicheraufwand
30 auf dem Steuergerät auf Grund der größeren Anzahl von Softwarediensten ergibt.

Moderne Steuergeräte werden zunehmend mit Microcontrollern ausgestattet,
35 die eine Debug-Schnittstelle aufweisen, wie z. B. NEXUS (IEEE-ISTO 5001:

"The NEXUS 5001 Forum Standard for a Global Embedded Processor Debug Interface", 2003).

5 Debug-Schnittstellen bieten weitreichende Möglichkeiten der Beobachtung und Beeinflussung von Zuständen des Microcontrollers und sie ermöglichen eine Laufzeit-Beobachtung und -Kontrolle (Debugging) des Microcontrollers, insbesondere also die Verfolgung der Programmcode-Ausführung und der dabei zugegriffen und veränderten Daten. Dadurch, daß Debug-Schnittstellen integraler Teil der Microcontroller-Hardware sind, lassen sich mit ihnen deutlich
10 schneller Zugriffe auf den Microcontroller realisieren, als es durch eine softwarebasierte Kommunikations-Schnittstelle möglich ist.

15 Der Anmelderin ist aus der Praxis bekannt, zur Applikation eines Steuergeräts mit einer Steuergerät-Debug-Schnittstelle ein Beeinflussungsgerät zu verwenden, das zur Beeinflussung des Steuergeräts die Steuergerät-Debug-Schnittstelle nutzt, wobei jedoch weiterhin im Speicher des Steuergeräts Adreß- und Datenlisten angelegt und die oben beschriebenen Softwaredienste zum kopieren von Daten in die und aus den Datenlisten verwendet werden.

20 Durch Verwendung der im Speicher des Steuergerät-Microcontrollers lokalisierten Adreß- und Datenlisten und entsprechender Softwaredienste zum kopieren und versenden von Daten in die bzw. aus den Listen wird jedoch auch bei dieser Lösung der Steuergerät-Microcontroller erheblich belastet.

25 Der oben beschriebenen Einsatz von Softwarediensten auf dem Steuergerät führt insbesondere auch dazu, daß es praktisch kaum möglich ist, an dem Steuergerät gleichzeitig sowohl eine Steuergerät-Applikation als auch ein Funktions-Bypassing vorzunehmen, da die auf Softwarediensten basierende Datenkommunikation schnell zu einer starken Belastung des Steuergerät-Microcontrollers und damit zu unakzeptablen Antwortzeiten bei der Datenübertragung zwischen Beeinflussungsgerät und Steuergerät führt. Aus diesem
30 Grund sind in der Praxis auch nur Beeinflussungsgeräte bekannt, mit denen entweder die Applikation von Steuergeräten oder aber ein Funktions-Bypassing mit dem Steuergerät betrieben werden kann, nicht jedoch beides
35 gleichzeitig.

Ein weiterer Nachteil bei Verwendung von Softwarediensten auf dem Steuergerät ist, daß die Softwaredienste zunächst auf dem Steuergerät implementiert werden müssen, was zumeist eine intensive Zusammenarbeit mit dem und damit eine enge Bindung an den Steuergerät-Hersteller notwendig macht. Dies wird in der industriellen Entwicklung immer weniger akzeptiert.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Beeinflussungsgerät zur Beeinflussung eines Steuergeräts derart auszugestalten, daß das Steuergerät durch die Steuergerät-Applikation weniger belastet wird, als dies bei Nutzung bekannter Beeinflussungsgeräte der Fall ist.

Die zuvor hergeleitete und aufgezeigte Aufgabe ist erfindungsgemäß im wesentlichen dadurch gelöst, daß das Beeinflussungsgerät mindestens einen Speicher für mindestens eine Adreßliste und mindestens eine Datenliste umfaßt, wobei die in der Adreßliste gespeicherten Adressen Speicherorte im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers bezeichnen und wobei unter Nutzung der Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle Daten aus den durch die Inhalte der Adreßliste bestimmten Speicherorten im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers lesbar und in der Datenliste des Beeinflussungsgeräts ablegbar sind und/oder die in der Datenliste des Beeinflussungsgeräts abgelegten Daten an den durch die Inhalte der Adreßliste bestimmten Speicherorten im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers ablegbar sind.

Das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät kann zumindest über zwei Schnittstellen, nämlich eine Datenübertragungs-Schnittstelle und eine Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle Daten austauschen.

Der Datenaustausch mit dem zu beeinflussenden Steuergerät wird dabei über die Steuergerät-Debug-Schnittstelle vollzogen, die im Sinne der hier in Rede stehenden Erfindung zumindest teilweise die Funktionalität realisiert, um über einen geeigneten Befehlssatz der Schnittstelle automatisch den Zustand des Steuergerät-Microcontrollers und z. T. sogar der ihm im Steuergerät zugeordneten Einheiten, wie z. B. seines externen Speichers, auslesen und aktiv beeinflussen zu können.

Steuergerät-Debug-Schnittstellen zeichnen sich also durch die oben beschriebenen Eigenschaften aus und unter dieser Bezeichnung werden hier folglich auch solche Schnittstellen verstanden, die zwar nicht in erster Linie als "Debug-Schnittstellen" vorgesehen sind und deshalb nicht explizit als solche bezeichnet werden, die jedoch die entsprechenden Beobachtungs- und Beeinflussungsmöglichkeiten bezüglich des Steuergerät-Microcontrollers und der ihm zugeordneten elektronischen Einheiten bieten.

Durch Verwendung solcher Schnittstellen ist es also bei Verwendung des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts möglich, weitestgehend auf auf dem Steuergerät eingesetzte Softwaredienste zu verzichten, die die beschriebene Funktionalität der Steuergerät-Debug-Schnittstellen umsetzen.

Die Datenübertragungs-Schnittstelle dient zum Datenaustausch zwischen dem Beeinflussungsgerät und einer Bedieneinheit, die im Regelfall die von einem menschlichen Benutzer – dem Applikateur – verwendete Schnittstelle darstellt. Üblicherweise ist die Bedieneinheit ein eigenständiger Rechner, auf dem Applikations-Software betrieben wird, also Programme zur Datenerfassung, -visualisierung und -analyse sowie Programme zur benutzerfreundlichen Eingabe und Verwaltung von Parametersätzen, die auf dem Steuergerät zu erproben sind, mit dem die Bedieneinheit über das Beeinflussungsgerät verbunden ist.

Die Existenz der Datenübertragungs-Schnittstelle impliziert nicht, daß es sich bei dem erfindungsgemäßen Beeinflussungsgerät und der Bedieneinheit um zwei verschiedene, voneinander getrennte gerätetechnische Einheiten handelt. Üblicherweise werden Beeinflussungsgeräte von ihren Abmessungen her möglichst klein und von der Bedieneinheit getrennt ausgeführt, da sie beispielsweise innerhalb eines Kraftfahrzeugs montiert werden, jedoch ist durchaus vorstellbar, daß das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät und die Bedieneinheit in einer gerätetechnischen Einheit realisiert sind.

Das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät umfaßt außerdem wenigstens eine programmierbare Einheit, die beispielsweise den internen Datenfluß von der Datenübertragungs-Schnittstelle zu der Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle und umgekehrt steuert.

Das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät verfügt weiterhin über einen Speicher, in dem wenigstens eine Adreßliste und wenigstens eine Datenliste abgelegt sind, also jene Listen, die bei Verwendung bekannter Beeinflussungsgeräte auf dem Steuergerät gespeichert und verwaltet werden.

Die in der Adreßliste gespeicherten Daten bezeichnen dabei Speicherorte im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers, wobei es entweder möglich ist, die an den referenzierten Speicherorten abgelegten Daten aus dem Steuergerät zu lesen und an entsprechenden Stellen in einer Datenliste des Beeinflussungsgeräts abzulegen (Datenakquisition), oder aber die in einer Datenliste des Beeinflussungsgeräts enthaltenen Daten an entsprechende Speicherorte im Steuergerät zu schreiben, die durch der Inhalte der Adreßlisten des Beeinflussungsgeräts vorgegeben sind (Parametrierung).

Die Datenlisten werden folglich nicht nur bei der Interaktion zwischen Beeinflussungsgerät und Steuergerät verwendet, sondern auch beim Zusammenwirken von Beeinflussungsgerät und Bedieneinheit, denn die durch die Bedieneinheit vorgegebenen Datensätze werden in die Datenlisten geschrieben, um von dort aus weiter in das Steuergerät übertragen zu werden, genauso wie Datensätze von gemessenen Zustandsgrößen des Steuergeräts zunächst in den Datenliste abgelegt werden, um von dort aus automatisch weiter zur Bedieneinheit übertragen zu werden.

Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Beeinflussungsgeräts, insbesondere aufgrund der Speicherung der Adreß- und Datenliste im Speicher des Beeinflussungsgeräts, muß das mit dem Beeinflussungsgerät in Verbindung stehende Steuergerät nicht mehr durch Modifikation der Steuergeräte-Software angepaßt werden, was den Entwicklungsprozeß des Steuergeräts wesentlich vereinfacht, da die Notwendigkeit entfällt, Software-Dienste sowie Adreß- und Datenlisten in Zusammenarbeit mit dem Steuergeräte-Hersteller in das Steuergerät zu integrieren, was mit jedem sich neu ergebenden Softwarestand erforderlich ist.

Neben diesem, den Entwicklungsprozeß betreffenden Vorteil, besteht ein weiterer technischer Vorteil des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts

5 darin, daß der Ablauf des Steuerungsprogramms auf dem Steuergerät durch den Zugriff über die Steuergerät-Debug-Schnittstelle deutlich weniger beeinflußt wird, als es bei Verwendung von Software-Diensten auf dem Steuergerät der Fall ist, da diese zusätzlich von dem Steuergerät-Microcontroller ausgeführt werden müssen, wohingegen die Funktionalität von Steuergerät-Debug-Schnittstellen größtenteils rein schaltungstechnisch implementiert ist und so der parallele Betrieb der Steuergerät-Debug-Schnittstelle zum Steuergerät-Microcontroller möglich ist. Selbstverständlich sind geringfügige Beeinflussungen des Steuergerät-Microcontrollers durch die Steuergerät-Debug-Schnittstelle möglich, beispielsweise dann, wenn die Steuergerät-Debug-Schnittstelle auf eine Ressource des Steuergerät-Microcontrollers zugreift, die dieser zeitgleich verwenden möchte.

15 Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts ergibt sich insbesondere dann, wenn die programmierbare Einheit des Beeinflussungsgeräts ein programmierbarer Logikbaustein ist. Wenn darüber hinaus zusätzlich die Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle mit Hilfe der programmierbaren Einheit – nun also in Form eines programmierbaren Logikbausteins – realisiert ist, ergeben sich erhebliche Vorteile beispielsweise gegenüber der Implementierung der Steuergerät-Debug-Schnittstelle mit einem Microcontroller. Dies ist darin begründet, daß ein Microcontroller üblicherweise Anweisungen nur sequentiell bearbeiten kann, wohingegen programmierbare Logikbausteine mehrere Funktionen auch parallel ausführen können. Besonders bevorzugt wird bei dem erfindungsgemäßen Beeinflussungsgerät als programmierbarer Logikbaustein ein Field Programmable Gate Array (FPGA) verwendet.

20 Mit einem derart ausgebildeten Beeinflussungsgerät lassen sich über die Beeinflussungsgerät- und die Steuergerät-Debug-Schnittstelle Übertragungsraten erzielen, die unter Umständen um ein Vielfaches über diejenigen liegen, die mit den bekannten Softwarediensten für die Kommunikation auf einem Steuergerät erzielbar sind.

35 Ganz allgemein hat es sich für das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät als vorteilhaft herausgestellt, wenn auch über die beschriebene Grundfunktionalität hinausgehende Eigenschaften an einem Ort zentral durch die program-

mierbare Einheit implementiert werden. Aus diesem Grund wird bevorzugt auch der Speicher für die Adreß- und Datenlisten als Teil der programmierbaren Einheit vorgesehen, wodurch sich sehr kurze Zugriffszeiten auf die Listen ergeben, insbesondere dann, wenn häufig verwendete Funktionalitäten ebenfalls durch die programmierbare Einheit vorgenommen werden.

Ganz wesentlich betrifft dies z. B. eine Listen-Applikations-Einheit als Bestandteil der programmierbaren Einheit, die nach ihrer Aktivierung selbstständig vollständige Datenlisten bzw. deren Inhalte von dem Beeinflussungsgerät in Speicherorten im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers ablegt, die durch die Daten in den entsprechenden Adreßlisten vorgegeben sind. Umgekehrt dient die Listen-Applikations-Einheit auch dazu, die Datenlisten des Beeinflussungsgeräts mit Daten zu beschreiben, die aus den Speicherorten im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers gelesen werden, wobei die Speicherorte durch die Daten in entsprechenden Adreßlisten bestimmt sind.

Durch die beschriebene Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts wird das Steuergerät bzw. der Steuergerät-Microcontroller erheblich entlastet, und es können weitaus höhere Übertragungsraten zwischen Beeinflussungsgerät und Steuergerät erzielt werden. Dies ermöglicht es letztendlich auch, weitere Funktionen auf dem Beeinflussungsgerät zu realisieren, so daß sich für den Benutzer des Beeinflussungsgeräts verschiedene Entwicklungsprozesse mit dem Steuergerät scheinbar parallel ausführen lassen.

Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang dem Merkmal zu, auf der programmierbaren Einheit des Beeinflussungsgeräts zusätzlich eine Bypass-Einheit vorzusehen, zusammen mit einem der Bypass-Einheit zugeordneten, ein- oder zweiseitig beschreibbaren Bypass-Speicher und einer Bypass-Schnittstelle zur Verbindung der Bypass-Einheit und des Bypass-Speichers mit einer externen Simulations-Einheit. Die Funktionsweise der Bypass-Einheit und der anderen ihr zugeordneten Elemente wird weiter unten ausführlicher erläutert.

Sobald mehr als eine funktionelle Einheit auf der programmierbaren Einheit des Beeinflussungsgeräts implementiert ist, ist die Gefahr eines Konflikts bei gleichzeitiger Ausführung der unterschiedlichen Einheiten gegeben. Durch ein

weiteres Merkmal, dem eine besondere Bedeutung zukommt, nämlich der Priorisier- und Arbitrier-Einheit, wird in einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts eine Strategie zur Konfliktvermeidung bei gleichzeitiger Aktivierung unterschiedlicher Funktionseinheiten der programmierbaren Einheit umgesetzt. Durch die Priorisier- und Arbitrier-Einheit sind den verschiedenen, auf der programmierbaren Einheit vorgesehenen Einheiten – wie z. B. der Listen-Applikations-Einheit und der Bypass-Einheit – Prioritäten zuweisbar, und die Priorisier- und Arbitrier-Einheit entscheidet dann anhand der den genannten Einheiten zugeordneten Prioritäten über die Ausführungsreihenfolge der unterschiedlichen Einheiten durch deren Freischaltung. Gleichzeitig wird dann durch die Priorisier- und Arbitrier-Einheit eine Datenverbindung zwischen der jeweils freigeschalteten Einheit und dem Steuergerät hergestellt.

Wesentlich ist also, daß durch Freischalten verschiedener Einheiten auf der programmierbaren Einheit des Beeinflussungsgeräts und gegebenenfalls durch schnelles Umschalten zwischen verschiedenen aktivierten Einheiten verschiedene Datenquellen bzw. -senken über einen einzigen gemeinsamen Datenpfad, nämlich die Datenverbindung zwischen der Steuergerät-Debug-Schnittstelle und der Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle, kommunizieren können. Aufgrund der erheblichen Geschwindigkeitssteigerung können die verschiedenen Einheiten auch bei sehr anspruchsvollen Anwendungen quasi parallel betrieben werden.

Neben dem erfindungsgemäßen Beeinflussungsgerät umfaßt die Erfindung auch ein Verfahren zum Einsatz eines bevorzugten Beeinflussungsgeräts mit einer Bypass-Einheit zur vorteilhaften Realisierung des Funktions-Bypassings, wobei auch für das Bypassing die beschriebene Adreßliste und/oder Datenliste verwendet wird.

Im einzelnen gibt es nun mehrere Möglichkeiten, das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird verwiesen sowohl auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche als auch auf die Beschreibung eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 die schematische Struktur eines erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts,

5 Fig. 2 eine weitere schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts und

Fig. 3 die schematische Struktur eines aus dem Stand der Technik bekannten Beeinflussungsgeräts.

10

Die Figuren zeigen jeweils ein Beeinflussungsgerät 1, das mit einem Steuergerät 2 verbunden ist, wobei das Steuergerät 2 zumindest einen Steuergerät-Microcontroller 3 und eine Steuergerät-Debug-Schnittstelle 4 umfaßt. Bei dem Steuergerät-Microcontroller 3 muß es sich nicht zwangsläufig um eine Rechnereinheit handeln, bei der Prozessor und zugeordneter Speicher in einem Bauteil realisiert sind, sondern genauso gut kann der Steuergerät-Microcontroller 3 beispielsweise aus einem Prozessor und einem separat ausgeführten Speicherbaustein bestehen.

15

20 Die in den Fig. 1 und 3 dargestellte Steuergerät-Debug-Schnittstelle 4 ist üblicherweise in einer Einheit mit dem Steuergerät-Microcontroller 3 ausgeführt (On-Chip-Debug-Port), natürlich kann jedoch das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät 1 auch zusammen mit einem Steuergerät 2 verwendet werden, dessen Steuergerät-Debug-Schnittstelle 4 separat von dem Steuergerät-Microcontroller 3 ausgeführt ist.

25

Fig. 3 zeigt die Verwendung eines aus dem Stand der Technik bekannten Beeinflussungsgeräts 1, das eine programmierbare Einheit 5 sowie eine Datenübertragungs-Schnittstelle 6 umfaßt, über die ein bidirektionaler Datenaustausch zwischen Beeinflussungsgerät 1 und einer Bedieneinheit 7 ermöglicht wird. Die Bedieneinheit 7 ist in den dargestellten Ausführungsbeispielen ein Einzelplatzrechner mit einer geeigneten Software, um die von dem Steuergerät 2 stammenden und durch das Beeinflussungsgerät 1 aufgenommenen und weitergeleiteten Daten zu visualisieren und im weitesten Sinne zu analysieren.

30

35 Ferner wird auf der Bedieneinheit 7 aber auch Software betrieben, die der Konfiguration des Beeinflussungsgeräts 1 dient, oder mit der Veränderungen

30

35

von auf dem Steuergerät 2 lokalisierten Parametern festgelegt und dem Steuergerät 2 über das Beeinflussungsgerät 1 übermittelt werden können. Die Datenübertragungs-Schnittstelle 6 ist in den dargestellten Ausführungsbeispielen eine serielle Standard-Schnittstelle, insbesondere eine USB-Schnittstelle oder eine Ethernet-Schnittstelle.

Darüber hinaus weist jedes der dargestellten Beeinflussungsgeräte 1 eine Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle 8 auf, die funktionsnotwendig ist, um eine Verbindung zwischen Steuergerät 2 und Beeinflussungsgerät 1 herzustellen.

In der den Stand der Technik beschreibenden Fig. 3 ist innerhalb des Steuergeräts 2 der Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 angedeutet, der die Adressen A0 bis An umfaßt. Unter Adreßraum seien hier alle durch den Steuergerät-Microcontroller 3 zugreifbaren Adressen verstanden, also auch solche Adressen, die beispielsweise über einen externen Adreßbus des Steuergerät-Microcontrollers 3 nicht zugreifbar sind. Um Daten aus dem Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 in das Beeinflussungsgerät 1 und von dort aus in die Bedieneinheit 7 zu übertragen, werden auf dem Steuergerät 2 eine Adreßliste 11 sowie eine Datenliste 12 angelegt. Adreßliste 11 und Datenliste 12 belegen dabei zusätzlichen Speicherplatz neben dem Speicherplatz, der von der regulär auf dem Steuergerät 2 betriebenen Steuerungssoftware belegt wird.

Um die Daten D1, D2 und D3 in den Adressen A10, A20 und A30 dem Beeinflussungsgerät 1 verfügbar zu machen, werden zunächst die Adressen A10, A20 und A30 in Adreßliste 11 abgelegt. Die zusätzlich benötigten und mit S1, S2 und S3 angedeuteten Softwaredienste dienen nun dazu, die Originaldaten D1, D2 und D3 aus den Speicherorten A10, A20 und A30 in die Datenliste 12 zu kopieren. Diese Daten werden bei Verwendung eines bekannten Beeinflussungsgeräts 1 durch weitere, auf dem Steuergerät zu implementierende und in Fig. 3 nicht weiter dargestellte Softwaredienste von dem Steuergerät 2 auf das Beeinflussungsgerät 1 übertragen. Fig. 3 macht deutlich, daß die Steuergeräte-Applikation bei Verwendung eines aus dem Stand der Technik bekannten Beeinflussungsgeräts 1 das Steuergerät 2 erheblich belastet, einerseits durch den unter Umständen sehr großen Speicherbedarf auf dem Steuergerät 2 durch

Speichern von Adreßliste 11, Datenliste 12 und von zusätzlichen Software-
diensten, andererseits wird das Laufzeitverhalten der Steuerungsfunktionen
des Steuergeräts gegebenenfalls stark beeinflusst, da die angedeuteten Soft-
waredienste (S1, S2, S3) zusätzlich von dem Steuergerät-Microcontroller 3
bearbeitet werden müssen.

Fig. 1 zeigt die vergleichbare Situation unter Verwendung eines erfindungs-
gemäßen Beeinflussungsgeräts 1. Im Speicher 9 des Beeinflussungsgeräts 1
sind erfindungsgemäß die Adreßliste 11 und die Datenliste 12 abgelegt. Durch
Übergabe der in der Adreßliste 11 enthaltenen Daten an die Beeinflussungsge-
rät-Debug-Schnittstelle 8 sind die Inhalte der entsprechenden Speicherorte im
Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 direkt abrufbar, und sie
können nachfolgend in der dazu vorgesehenen Datenliste 12 im Speicher 9
des Beeinflussungsgeräts 1 abgelegt werden. Von dort aus können die Daten
genau wie bei dem aus dem Stand der Technik bekannten Beeinflussungsgerät
1 über andere Schnittstellen, wie z. B. die Datenübertragungs-Schnittstelle 6,
nach außen übertragen werden. Dem gleichen Prinzip folgend können die in
der Datenliste 12 abgelegten Daten über die Steuergerät-Debug-Schnittstelle 4
direkt in den Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 übertragen
werden und zwar an die Adressen, die durch die Adreßliste 11 auf dem Beein-
flussungsgerät 1 benannt sind.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, entfallen bei Verwendung des erfindungsgemä-
ßen Beeinflussungsgeräts 1 im Falle der reinen Steuergeräte-Applikation jeg-
liche Modifikationen im Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3.
Damit wird das Laufzeitverhalten des Steuergeräts 2 nicht, oder nur unwes-
entlich, durch das im Rahmen der Steuergeräte-Applikationen erfolgende
Auslesen oder Beschreiben von Speicher 9 des Steuergeräts 2 beeinflusst.

Fig. 1 stellt ebenfalls dar, daß in einer bevorzugten Ausführungsform die Beein-
flussungsgerät-Debug-Schnittstelle 8 innerhalb der programmierbaren Ein-
heit 5 realisiert wird. Insbesondere dann, wenn die programmierbare Einheit 5
ein programmierbarer Logikbaustein ist, ergeben sich aus dieser bevorzugten
Anordnung erhebliche Vorteile hinsichtlich der Ausführungsgeschwindigkeit
von verschiedenen Operationen auf dem Beeinflussungsgerät 1. Es ist insbe-

sondere vorgesehen, die programmierbare Einheit 5 durch ein Field Programmable Gate Array (FPGA) zu realisieren.

5 Aus dem gleichen Grund wird auch der die Adreßliste 11 und die Datenliste 12 beherbergende Speicher 9 in der bevorzugten Ausführungsform nach Fig. 1 innerhalb derselben programmierbaren Einheit 5 vorgesehen.

Fig. 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Beeinflussungsgerät 1, daß eine Vielzahl zusätzlicher Komponenten und Funktionen aufweist, die in verschiedenen Funktions-Einheiten wie z. B. einer Listen-Applikations-Einheit 13, einer Einzelwert-Applikations-Einheit 14 oder einer Werkzeug-Schnittstellen-Einheit 15, gemeinsam in der programmierbaren Einheit 5 realisiert sind.

15 Die Listen-Applikations-Einheit 13 automatisiert die Übertragung von Daten aus den in Fig. 2 nicht dargestellten Datenlisten 12 in die durch die Adressen in den Adreßlisten 11 bezeichneten Stellen innerhalb des Adreßraums 10 des Steuergeräts 2. Umgekehrt sorgt die Listen-Applikations-Einheit 13 auch dafür, daß komplette Parametersätze aus dem Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 abgerufen und gemeinsam in die entsprechenden Datenlisten 12 im Beeinflussungsgerät 1 übertragen werden.

25 Für den Fall, daß mehrere Adreßlisten 11 und Datenlisten 12 innerhalb des Speichers 9 angelegt sind, ist insbesondere vorgesehen, daß die Adreßlisten 11 und/oder die Datenlisten 12 mit Prioritäten versehen werden können, wobei die Prioritäten festlegen, in welcher Bearbeitungsreihenfolge die Listen-Applikations-Einheit 13 die Listen bearbeitet.

30 Darüber hinaus ist es in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Beeinflussungsgeräts 1 möglich, aus mehreren Adreßlisten 11 und mehreren Datenlisten 12 eine Untermenge von Listen auszuwählen, die einer Bearbeitung durch die Listen-Applikations-Einheit 13 zugänglich gemacht werden sollen. Dadurch ist es beispielsweise möglich, zwischen verschiedenen Applikations-Modi auszuwählen und umzuschalten.

Durch periodisches Aufrufen der Listen-Applikations-Einheit 13 ist es somit auf einfache Weise möglich, ganze Sätze von Zustandsgrößen des Steuergeräts 2 kontinuierlich zu beobachten und auszuwerten (Daten-Akquisition).

- 5 Die Einzelwert-Applikations-Einheit 14 dient im wesentlichen dazu, einzelne Zustände bzw. Speicherinhalte aus dem Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 auszulesen oder wahlweise zu beschreiben, sie eignet sich deshalb insbesondere zur manuellen und gezielten Veränderung von Steuergerätparametern, oder zur stichprobenartigen Beobachtung eines interessierenden
10 Zustandes des Steuergeräts 2.

- In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 umfaßt die programmierbare Einheit 5 eine Werkzeug-Schnittstellen-Einheit 15, über die es möglich ist, ein externes Gerät 16 an das
15 Beeinflussungsgerät 1 zusätzlich anzuschließen. Bei dem externen Gerät 16 kann es sich beispielsweise um ein weiteres Beeinflussungsgerät 1 handeln, das alternativ auf das Steuergerät 2 über die Steuergerät-Debug-Schnittstelle 4 zugreifen können soll, oder es kann sich bei dem externen Gerät 16 beispielsweise um ein originäres Debug-Werkzeug handeln, das ebenfalls wahlweise
20 auf das Steuergerät 2 zugreifen kann.

- Das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät 1 kann darüber hinaus mit einer Bypass-Einheit 17, einem Bypass-Speicher 18 und einer Bypass-Schnittstelle 19 ausgestattet sein, wobei die Bypass-Einheit 17 und die Bypass-Schnittstelle
25 19 vorzugsweise mit der programmierbaren Einheit 5 realisiert werden.

- Bei dem Bypass-Speicher 18 handelt es sich um einen zweiseitig zugreifbaren Speicher, der sowohl einen Schreib-/Lese-Zugriff seitens des Steuergeräts 2 wie auch einen Schreib-/Lesezugriff seitens einer Simulations-Einheit 20 gestattet, die über die Bypass-Schnittstelle 19 mit dem Beeinflussungsgerät 1
30 verbunden ist. In einem weiteren, hier nicht dargestellten, vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist der Bypass-Speicher 18 ein lediglich einseitig zugreifbarer Speicher, was sich jedoch auf das Funktions-Bypassing nicht nachteilig auswirken muß.

Beim Funktions-Bypassing kommt es in besonderem Maße auf eine schnelle Berechnung der auf einer Simulations-Einheit 20 ausgelagerten Funktionen an, genauso wie auch auf eine schnelle Datenübertragung der in der Simulations-Einheit 20 berechneten Ergebniswerte in das Steuergerät 2. Aus diesem Grund ist die Bypass-Schnittstelle 19 eine serielle Schnittstelle, die höchste Datenübertragungsraten erlaubt. In dem in Fig. 2 dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Bypass-Schnittstelle 19 eine LVDS-Schnittstelle.

Für das Funktions-Bypassing ist es auch bei Verwendung eines erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 notwendig, für jede durch Bypassing zu umgehende Steuergerät-Funktion, einen Softwaredienst auf dem Steuergerät 2 zu betreiben. Aufgabe eines solchen Softwaredienstes ist es, dem Beeinflussungsgerät 1 und dadurch mittelbar auch der Simulations-Einheit 20 zu signalisieren, daß eine extern zu berechnende Steuergeräte-Funktion aufgerufen worden ist, wodurch unmittelbar auf der Simulations-Einheit 20 eine entsprechende Ersatzfunktion berechnet wird, wobei die von der Simulations-Einheit 20 berechneten Ergebnisse in dem ein- oder zweiseitig zugreifbaren Bypass-Speicher 18 abgelegt und von dort aus in das Steuergerät 2 über die programmierbare Einheit 5 zurück übertragen werden können.

Für das Funktions-Bypassing ist es grundsätzlich notwendig, daß die Simulations-Einheit 20 sowohl Daten aus dem Steuergerät 2 anfordern und über das Beeinflussungsgerät 1 auslesen, als auch selbst Daten über das Beeinflussungsgerät 1 übertragen und in das Steuergerät 2 schreiben kann. Das Lesen von Daten aus dem Steuergerät 2 durch die Simulations-Einheit 20 beginnt damit, daß die Simulations-Einheit 20 die Spezifikation aller aus dem Steuergerät 2 auszulesenden Daten an das Beeinflussungsgerät 1, insbesondere an die Bypass-Einheit 17 bzw. den Bypass-Speicher 18 überträgt. Die Spezifikation aller aus dem Steuergerät auszulesenden Daten besteht in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel in der Angabe mindestens eines Speicherorts im Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 und der Angabe der Größe des von dort ausgehenden, interessierenden Speicherbereichs. Das Beeinflussungsgerät 1, insbesondere die Bypass-Einheit 18 liest nun die so spezifizierten Daten aus dem Steuergerät 2 unter Nutzung der Debug-Schnittstellen 4, 8 aus, und abschließend werden die von dem Beeinflussungsgerät 1 aus dem

Steuergerät 2 gelesenen Daten über die Bypass-Schnittstelle 19 an die Simulations-Einheit 20 übertragen.

5 Das für das Funktions-Bypassing funktionsnotwendige Schreiben von Daten von der Simulations-Einheit 20 in das Steuergerät 2 über das Beeinflussungs-
gerät 1 beginnt mit der Übertragung der Spezifikation der zu beschreibenden
Speicherorte im Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 und der
Daten selbst, die an diesen Speicherorten abgelegt werden sollen. Diese Daten
10 werden vorzugsweise im Bypass-Speicher 18 des Beeinflussungsgeräts 1 ab-
gelegt. Anschließend werden die Daten von dem Beeinflussungsgerät 1 unter
Nutzung der Debug-Schnittstellen 4, 8 in den spezifizierten Speicherorten im
Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 abgelegt.

15 Soll nun eine Funktion des Steuergeräts 2 nicht durch den Steuergerät-
Microcontroller 3, sondern ausgelagert auf der Simulations-Einheit 20 – also
per Funktions-Bypassing – berechnet werden, wird von dem Steuergerät 2 zu-
nächst eine Anforderung zur Berechnung dieser ausgelagerten Bypass-
Funktion an das Beeinflussungsgerät 1 über die Debug-Schnittstellen 4, 8,
20 verschickt, wobei die Anforderung unverzüglich von dem Beeinflussungsgerät
1 an die Simulations-Einheit 20 weitergeleitet wird, damit die Bypass-
Funktion auf der Simulations-Einheit 20 möglichst verzögerungsfrei berech-
net werden kann. Die Simulations-Einheit 20 wertet nun die Anforderung zur
Berechnung der Bypass-Funktion aus und liest die zur Funktionsberechnung
notwendigen Daten (Argumente der Funktion) nach dem oben beschriebenen
25 Verfahren aus dem Steuergerät 2 aus.

Nachdem die Simulations-Einheit 20 die ausgelagerte Funktion auf Grundlage
der aus dem Steuergerät 2 ausgelesenen Daten berechnet hat, schreibt die Si-
mulations-Einheit 20 das Ergebnis der Funktionsberechnung nach der oben
30 beschriebenen Methode über das Beeinflussungsgerät 1 in das Steuergerät 2
bzw. an entsprechende Speicherorte im Adreßraum 10 des Steuergerät-
Microcontrollers 3.

35 Die zuvor ausführlich beschriebene Methode des Funktions-Bypassing unter
Nutzung des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 ist unabhängig von

der Adreßliste 11 und der Datenliste 12 im Speicher 9 des Beeinflussungsgeräts 1.

5 In einem weiteren besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 kommt der Adreßliste 11 und der Datenliste 12 des Beeinflussungsgeräts 1 jedoch auch bezüglich des Funktions-Bypassing eine besondere Bedeutung zu.

10 Durch Verwendung der Adreßliste 11 und/oder der Datenliste 12 beim Funktions-Bypassing lassen sich erhebliche Vorteile gegenüber der oben beschriebenen "klassischen" Methode des Bypassings erzielen. Um die Adreßliste 11 und/oder die Datenliste 12 für das Bypassing einer Steuergeräte-Funktion durch eine korrespondierende Bypass-Funktion auf der Simulations-Einheit 20 verwenden zu können, ist es zunächst notwendig, daß die Speicherorte der
15 Daten im Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3, die zur Berechnung der Bypass-Funktion notwendig sind, in der Adreßliste 11 abgelegt sind bzw. einmalig abgelegt werden; diese Daten müssen für jede einzelne durch Bypassing zu umgehende Steuergeräte-Funktion in der Adreßliste 11 bzw. mehreren Adreßlisten 11 abgelegt werden und zwar nur einmal für beliebig
20 viele Bypass-Vorgänge dieser Funktion.

Um die Vorteile der Verwendung der Adreßliste 11 und/oder der Datenliste 12 für das Bypassing auszuschöpfen, ist es – wie bei der Steuergeräte-Applikation auch – vorteilhaft, wenn das Beeinflussungsgerät 1 das Lesen der
25 Daten aus den in der Adreßliste 11 angegebenen Speicherorten im Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 und das Ablegen der abgerufenen Daten in der Datenliste 12 automatisch vornimmt, insbesondere durch Verwendung der Listen-Applikations-Einheit 13.

30 Wenn das Steuergerät 2 einen notwendigen Bypass-Vorgang einer Steuergeräte-Funktion an das Beeinflussungsgerät 1 signalisiert, können alle für die Berechnung der Bypass-Funktion notwendigen Daten durch Verwendung der Adreßliste 11 als eine Einheit von dem Steuergerät 2 gelesen und auf dem Beeinflussungsgerät 1 unter Nutzung der Debug-Schnittstellen 4, 8 abgelegt
35 werden. Wenn alle zur Berechnung der Bypass-Funktion notwendigen Daten in der Datenliste 12 abgelegt sind, werden sie automatisch, oder nach Anforderung

derung durch die Simulations-Einheit 20, zur Simulations-Einheit 20 übertragen, wo sie unmittelbar zur Berechnung der Bypass-Funktion herangezogen werden. Die Berechnungsergebnisse der Bypass-Funktion durch die Simulations-Einheit 20 werden dann zu dem Beeinflussungsgerät 1 übertragen und dort entweder in der Datenliste 12 und/oder dem Bypass-Speicher 18 abgelegt. Von hier aus müssen die Berechnungsergebnisse wieder in bestimmten Speicherorten im Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 abgelegt werden, wobei die Speicherorte entweder bereits in der Adreßliste 11 abgelegt worden sind, oder aber von der Simulations-Einheit 20 angegeben werden.

Durch diese Methode des Funktions-Bypassing kann auf die ständige Übertragung der Speicherorte im Adreßraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3, aus denen gelesen oder in die geschrieben werden soll, verzichtet werden, wodurch sich die Datenübertragung zwischen der Simulations-Einheit 20 und dem Beeinflussungsgerät 1 erheblich reduziert. Weiterhin wird dadurch die für das Bypassing einer Steuergeräte-Funktion benötigte Zeit entscheidend verkürzt, was unter anderem auch daran liegt, daß die Sammelübertragung von Daten zwischen dem Beeinflussungsgerät 1 und dem Steuergerät 2 über die Debug-Schnittstellen 4, 8 unter Ausnutzung der Adreßliste 11 und/oder der Datenliste 12 erheblich schneller abwickelbar ist, als die Durchführung der Übertragung der gleichen Daten durch eine Vielzahl von Einzeltransfers.

Da in der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 nach Fig. 2 mehrere Funktions-Einheiten 13, 14, 15, 17 mit Hilfe der programmierbaren Einheit 5 implementiert sind, besteht potentiell die Gefahr eines Ressourcen-Konflikts, sofern gleichzeitig aktivierte Funktions-Einheiten 13, 14, 15, 17 auf dieselbe Ressource zugreifen, wie z. B. auf die Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle 8.

Zum Zweck der Kollisionsvermeidung wird deshalb zusätzlich eine Priorisier-Arbitrier-Einheit 21 mit der programmierbaren Einheit 5 umgesetzt. Die Priorisier- und Arbitrier-Einheit 21 gestattet es, den verschiedenen Einheiten 13, 14, 15, 17 Prioritäten zuzuweisen, anhand derer die Priorisier- und Arbitrier-Einheit 21 eine Ausführungsreihenfolge durch Freischaltung der unterschiedlichen Einheiten 13, 14, 15, 17 festlegen kann. Zur Aufgabe der Priorisier-

und Arbitrier-Einheit 21 gehört zudem, eine Datenverbindung zwischen der jeweils freigeschalteten Einheit und dem Steuergerät 2 herzustellen.

Das Zusammentreffen mehrerer Eigenschaften des hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 (Entlastung des Steuergerät-Microcontrollers 3 durch Elimination von Softwarediensten bei der Daten-Akquisition, konsequente Nutzung der Steuergerät-Debug-Schnittstelle 4, hardwaremäßige Umsetzung der Funktions-Einheiten in der programmierbaren Einheit 5) führt dazu, daß sich unterschiedliche Funktions-Einheiten auf effektive Weise einen einzigen Zugang zum Steuergerät 2 teilen können und es führt auch dazu, daß für den Anwender des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 quasi eine gleichzeitige Benutzung des Steuergeräts 2 durch unterschiedliche Funktions-Einheiten möglich wird.

Insbesondere erlaubt das in Fig. 2 dargestellte bevorzugte Ausführungsbeispiel die gleichzeitige Durchführung einer Steuergerät-Applikation, also einer mit umfangreicher Datenübertragung verbundenen Daten-Akquisition und ein Funktions-Bypassing, was bei Verwendung von aus dem Stand der Technik bekannten Beeinflussungsgeräten 1 praktisch nicht in befriedigender Weise möglich ist, da die auf Softwarediensten basierende Datenübertragung von Steuergerät 2 zu Beeinflussungsgerät 1 weitaus zeitaufwendiger ist und zu nicht mehr akzeptablen Antwortzeiten führt.

In der Praxis hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn die Priorität der Bypass-Einheit 17 höher gewählt wird als die Priorität der Listen-Applikations-Einheit 13, die wiederum höher anzusiedeln ist als die Priorität der Einzelwert-Applikations-Einheit 14, und wenn die geringste Priorität der Werkzeug-Schnittstellen-Einheit 15 zugewiesen wird. Je nach Anwendungsfall kann es jedoch auch sinnvoll sein, der Werkzeug-Schnittstellen-Einheit 15 die höchste Priorität zu geben, insbesondere dann, wenn als externes Gerät 16 auch ein Beeinflussungsgerät 1 verwendet wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist in dem Beeinflussungsgerät 1 eine Koordinations-Einheit 22 vorgesehen, die über eine Koordinations-Schnittstelle 23 mit einer oder mehrerer der Einheiten 13, 14, 17 der pro-

grammierbaren Einheit 5 verbunden ist, wobei die Koordinations-Schnittstelle 23 insbesondere in die programmierbare Einheit 5 integriert ist.

- 5 Darüber hinaus ist die Koordinations-Einheit 22 in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel mit der Bedieneinheit 7 über die Datenübertragungs-Schnittstelle 6 und/oder mit der Simulations-Einheit 20 über die Bypass-Schnittstelle 19 und/oder auch mit dem Bypass-Speicher 18 verbunden. Damit ist die Koordinations-Einheit 22 in der Lage, von der Bedieneinheit 7 und/oder von der Simulations-Einheit 20 stammende Daten bzw. Anweisungen an die adressierten Einheiten 13, 14, 15, 17 der programmierbaren Einheit 5 zur weiteren Bearbeitung zu leiten und/oder die von einer Einheit 13, 14, 15, 17 der programmierbaren Einheit 5 stammenden Daten an die Bedieneinheit 7 und/oder die Simulations-Einheit 20 zu übermitteln.
- 10 In diesem Zusammenhang ist eine allgemeine Anmerkung zu den in den Figuren dargestellten Verbindungen zwischen verschiedenen Einheiten angebracht. Grundsätzlich stellen die Verbindungen Kommunikationswege zwischen ihren Endpunkten dar, sie können tatsächlich eine separate physikalische Verbindung darstellen, müssen dies jedoch nicht. Dies wird z. B. bei Betrachtung des in Fig. 2 dargestellten Bypass-Speichers 18 deutlich, der drei Verbindungen aufweist, obwohl er nur ein- oder zweiseitig zugreifbar ist. Für den Fachmann ist ersichtlich, daß mehrere Kommunikationspartner, im vorliegenden Fall also Bypass-Einheit 17, Bypass-Schnittstelle 19 und Koordinations-Einheit 22, beispielsweise über einen gemeinsamen physikalischen Kommunikationsweg auf einen weitere Einheit zugreifen können, hier also den Bypass-Speicher 18.
- 15
- 20
- 25

Ein weitere bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 gestattet es, die von der Koordinations-Einheit 22 empfangenen Daten, insbesondere Daten, die an die Bedieneinheit 7 übermittelt werden, mit einem Zeitstempel zu versehen. Dies ist deshalb vorteilhaft, weil die Zeitinformation des Zeitstempels sowohl die zeitliche Einordnung z. B. gemessener Daten erlaubt, als auch beispielsweise eine zeitliche Synchronisation mehrerer in einem Netzwerk betriebener Beeinflussungsgeräte 1 ermöglicht.

30

- 35 Eine alternative bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 prägt den, die programmierbare Einheit 5 durchlaufenden

Daten bereits einen Zeitstempel auf, so daß dieser Arbeitsschritt nicht mehr von der Koordinations-Einheit 22 vorzunehmen ist. Auch bei dieser Variante lassen sich zeitliche Vorteile gegenüber der Nutzung der Koordinations-Einheit 22 erzielen.

5

Die Koordinations-Einheit 22 dient insbesondere dazu, von der Bedieneinheit 7 und/oder von der Simulations-Einheit 20 stammende Konfigurationsanweisungen zu interpretieren und das Beeinflussungsgerät 1 entsprechend zu konfigurieren. So ist es beispielsweise sogar möglich, das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät 1 nicht nur für einen speziellen Typ von Steuergerät-Debug-Schnittstellen 8 einzurichten, sondern es an praktisch beliebige Schnittstellen-Standards anzupassen.

10

Wie in Fig. 2 dargestellt, verfügt die Koordinations-Einheit 22 vorzugsweise auch über Anschlüsse, über die externe Triggersignale 24 wie auch interne Triggersignale 25 registriert und ausgewertet werden können, weshalb es mit der Koordinations-Einheit 22 leicht möglich ist, entsprechende Einheiten 13, 14, 15, 17 der programmierbaren Einheit 5 zu aktivieren.

15

Die Koordinations-Einheit 22 wird in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 durch eine separate Recheneinheit außerhalb der programmierbaren Einheit 5 realisiert, insbesondere durch einen Microcontroller. In einer ebenfalls bevorzugten, jedoch nicht dargestellten Variante des Beeinflussungsgeräts 1 wird die Koordinations-Einheit 22 dagegen durch einen programmierbaren Logikbaustein, oder als Teil der programmierbaren Einheit 5 ausgebildet.

20

25

Patentansprüche:

1. Beeinflussungsgerät (1) zur Beeinflussung mindestens eines Steuergeräts (2) mit mindestens einem Steuergerät-Microcontroller (3) und mit mindestens einer Steuergerät-Debug-Schnittstelle (4), wobei das Beeinflussungsgerät (1) zumindest eine programmierbare Einheit (5), wenigstens eine Datenübertragungs-Schnittstelle (6) zur Verbindung des Beeinflussungsgeräts (1) mit einer Bedieneinheit (7) und mindestens eine Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle (8) zur Verbindung des Beeinflussungsgeräts (1) mit der Steuergerät-Debug-Schnittstelle (4) des Steuergeräts (2) umfaßt,

dadurch gekennzeichnet,

- daß das Beeinflussungsgerät (1) zusätzlich mindestens einen Speicher (9) für mindestens eine Adreßliste (11) und mindestens eine Datenliste (12) umfaßt, wobei die in der Adreßliste (11) gespeicherten Daten Speicherorte im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) bezeichnen, und wobei unter Nutzung der Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle (8) Daten aus den durch die Inhalte der Adreßliste (11) bestimmten Speicherorten im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) lesbar und in der Datenliste (12) ablegbar sind und/oder die in der Datenliste (12) abgelegten Daten an den durch die Inhalte der Adreßliste (11) bestimmten Speicherorten im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) ablegbar sind.

2. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) die Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle (8) umfaßt.

3. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) ein programmierbarer Logikbaustein ist, insbesondere ein Field Programmable Gate Array (FPGA).

4. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Speicher (9) für die Adreßliste (11) und für die Datenliste (12) in der programmierbaren Einheit (5) vorgesehen ist.

5. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) eine Listen-Applikations-Einheit (13) umfaßt, und durch Aktivierung der Listen-Applikations-Einheit (13) die Listen-Applikations-Einheit (13) entweder das Abrufen der Daten aus den in der Adreßliste (11) angegebenen Speicherorten im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) und das Ablegen der abgerufenen Daten in der Datenliste (12), oder das Schreiben der in der Datenliste (12) abgelegten Daten in die durch die Inhalte der Adreßliste (11) bestimmten Speicherorte im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) automatisch vornimmt.
6. Beeinflussungsgerät nach Anspruche 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle mehrerer Adreßlisten (11) und/oder mehrerer Datenlisten (12) durch Vergabe von Prioritäten für die Adreßlisten (11) und/oder Datenlisten (12) eine Bearbeitungsreihenfolge durch die Listen-Applikations-Einheit (13) bestimmbar ist.
7. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle mehrerer Adreßlisten (11) und/oder mehrerer Datenlisten (12) eine Untermenge von Adreßlisten (11) und/oder eine Untermenge von Datenlisten (12) bestimmbar ist, die durch die Listen-Applikations-Einheit (13) bearbeitet wird.
8. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) eine Einzelwert-Applikations-Einheit (14) umfaßt, mit der beliebige Speicherorte im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) auslesbar sind und/oder mit der ein Wert in einem beliebigen Speicherort im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) ablegbar ist.
9. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) eine Werkzeug-Schnittstellen-Einheit (15) umfaßt, zum Anschluß mindestens eines externen Geräts (16) an das Beeinflussungsgerät (1).
10. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) eine Bypass-Einheit (17) um-

faßt, mit einem zugeordneten ein- oder zweiseitig zugreifbarem Bypass-Speicher (18), einer zugeordneten Bypass-Schnittstelle (19) zur Verbindung der Bypass-Einheit (17) und des Bypass-Speichers (18) mit einer externen Simulations-Einheit (20), wobei Daten zwischen dem Steuergerät (2) und der Simulations-Einheit (20) unter Verwendung des Bypass-Speichers (18) und der Bypass-Einheit (17) bidirektional lesend und schreibend austauschbar sind.

11. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) die Bypass-Schnittstelle (19) umfaßt, wobei die Bypass-Schnittstelle (19) insbesondere eine serielle Datenübertragung realisiert und vorzugsweise als LVDS-Schnittstelle ausgeführt ist.

12. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) eine Priorisier- und Arbitrier-Einheit (21) umfaßt, wobei über die Priorisier- und Arbitrier-Einheit (21) den verschiedenen Einheiten (13, 14, 15, 17) der programmierbaren Einheit (5) Prioritäten zuweisbar sind, und die Priorisier- und Arbitrier-Einheit (21) anhand der den Einheiten (13, 14, 15, 17) zugeordneten Prioritäten die Ausführungsreihenfolge durch Freischaltung der unterschiedlichen Einheiten (13, 14, 15, 17) untereinander bestimmt und eine Datenverbindung zwischen der jeweils freigeschalteten Einheit und dem Steuergerät (2) herstellt.

13. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Priorität der Bypass-Einheit (17) höher ist als die Priorität der Listen-Applikations-Einheit (13), und/oder daß die Priorität der Listen-Applikations-Einheit (13) höher ist als die Priorität der Einzelwert-Applikations-Einheit (13), und/oder daß die Priorität der Einzelwert-Applikations-Einheit (14) höher ist als die Priorität der Werkzeug-Schnittstellen-Einheit (15).

14. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Priorität der Werkzeug-Schnittstellen-Einheit (15) höher ist als die alle anderen Einheiten.

15. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Beeinflussungsgerät (1) eine Koordinations-Einheit (22)

umfaßt, die mit einer oder mehrerer der Einheiten (13, 14, 17) der programmierbaren Einheit (5) über eine Koordinations-Schnittstelle (23) und/oder mit dem Bedienrechner (7) über die Datenübertragungs-Schnittstelle (6) und/oder mit der Simulations-Einheit (20) über die Bypass-Schnittstelle (19) und/oder mit dem Bypass-Speicher (18) verbunden ist.

16. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) vom Bedienrechner (7) und/oder von der Simulations-Einheit (20) stammende Daten bzw. Anweisungen an die adressierten Einheiten (13, 14, 15, 17) der programmierbaren Einheit (5) zur weiteren Bearbeitung leitet und/oder die von einer Einheit (13, 14, 15, 17) der programmierbaren Einheit (5) stammenden Daten an den Bedienrechner (7) und/oder die Simulations-Einheit (20) übermittelt.

17. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) empfangene Daten mit einem Zeitstempel versieht, insbesondere Daten, die an die Bedieneinheit (7) übermittelt werden.

18. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) von der Bedieneinheit (7) und/oder von der Simulations-Einheit (20) stammende Konfigurationsanweisungen interpretiert und das Beeinflussungsgerät (1) entsprechend konfiguriert.

19. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) externe Triggersignale (24) und/oder interne Triggersignale (25) registriert und entsprechende Einheiten (13, 14, 15, 17) der programmierbaren Einheit (5) aktiviert.

20. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) entweder durch eine separate Recheneinheit außerhalb der programmierbaren Einheit (5), insbesondere durch einen Microcontroller oder durch einen programmierbaren Logikbaustein realisiert ist, oder als Teil der programmierbaren Einheit (5) ausgebildet ist.

21. Verfahren zur Beeinflussung eines Steuergeräts mit einem Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 10 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Bypassing mindestens einer Steuergeräte-Funktion durch eine korrespondierende Bypass-Funktion auf der Simulations-Einheit (20) unter – zumindest
5 teilweise – Verwendung der Adreßliste (11) und/oder der Datenliste (12) durchgeführt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß
10 die Speicherorte der zur Berechnung der Bypass-Funktion notwendigen Daten im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) in der Adreßliste (11) abgelegt sind,
das Beeinflussungsgerät (1) das Lesen der Daten aus den in der Adreßliste
15 (11) angegebenen Speicherorten im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) und das Ablegen der abgerufenen Daten in der Datenliste (12) automatisch vornimmt, insbesondere unter Verwendung der Listen-Applikations-Einheit (13),
20 die in der Datenliste (12) abgelegten Daten automatisch, oder nach Anforderung durch die Simulations-Einheit (20), zur Simulations-Einheit (20) übertragen werden,
die Berechnungsergebnisse der Bypass-Funktion durch die Simulations-Einheit (20) auf das Beeinflussungsgerät (1) übertragen und in der Datenliste
25 (12) und/oder dem Bypass-Speicher (18) abgelegt werden und
die in dem Beeinflussungsgerät (1) abgelegten Berechnungsergebnisse der Bypass-Funktion aus der Datenliste (12) und/oder dem Bypass-Speicher (18)
30 in bestimmten Speicherorten im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) abgelegt werden, wobei die Speicherorte entweder in der Adreßliste (11) abgelegt sind, oder von der Simulations-Einheit (20) übertragen werden, insbesondere mit den Berechnungsergebnissen der Bypass-Funktion.

35 23. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 oder 22, wobei das Beeinflussungsgerät (1) eine Koordinations-Einheit (22) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) vom Bedienrechner (7) und/oder von der Simulations-Einheit (20) stammende Daten bzw. Anweisungen an die

adressierten Einheiten (13, 14, 15, 17) der programmierbaren Einheit (5) zur weiteren Bearbeitung leitet und/oder die von einer Einheit (13, 14, 15, 17) der programmierbaren Einheit (5) stammenden Daten an den Bedienrechner (7) und/oder die Simulations-Einheit (20) übermittelt.

5

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) empfangene Daten mit einem Zeitstempel versieht, insbesondere Daten, die an die Bedieneinheit (7) übermittelt werden.

10

25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) von der Bedieneinheit (7) und/oder von der Simulations-Einheit (20) stammende Konfigurationsanweisungen interpretiert und das Beeinflussungsgerät (1) entsprechend konfiguriert.

15

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) externe Triggersignale (24) und/oder interne Triggersignale (25) registriert und entsprechende Einheiten (13, 14, 15, 17) der programmierbaren Einheit (5) aktiviert.

20

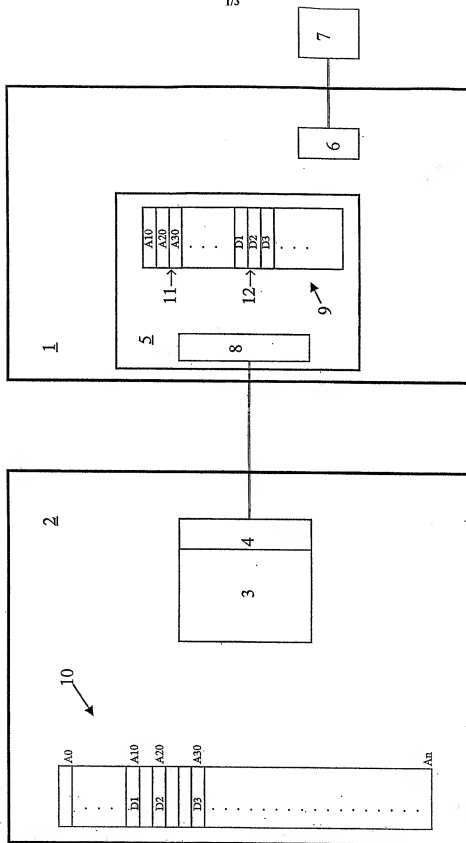
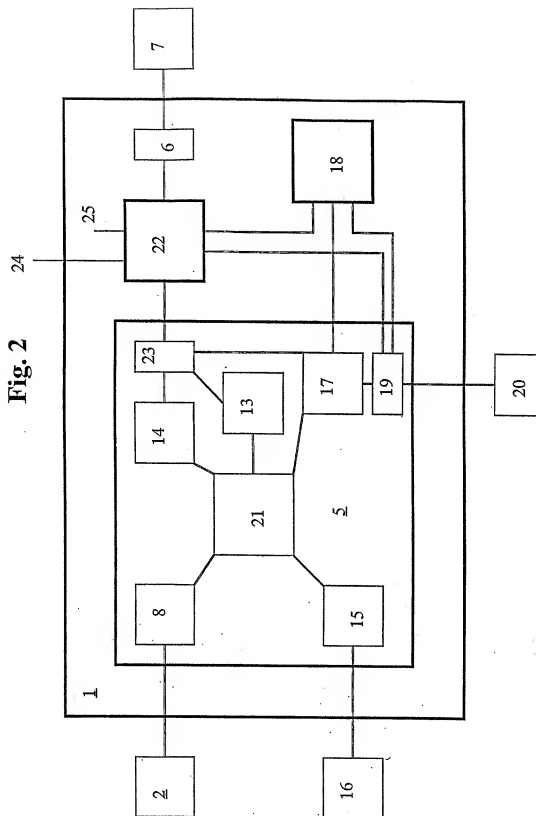


Fig. 1



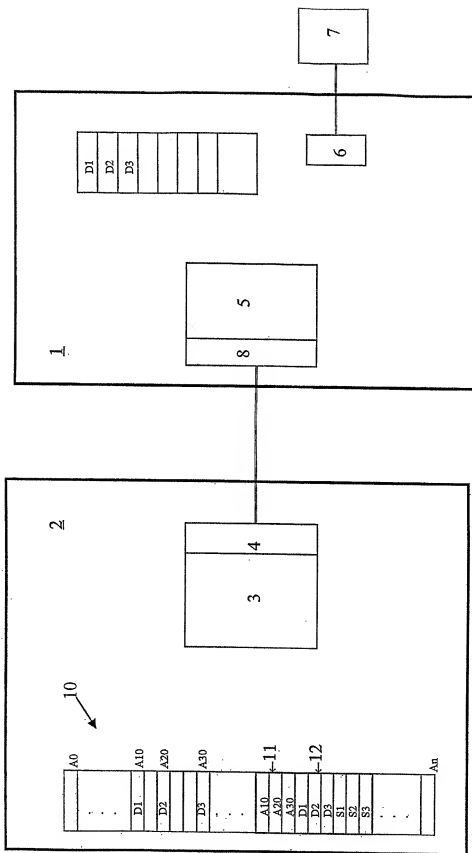


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP2005/002742

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G05B17/02 G06F11/36 G06F15/78

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G05B G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base end, where practical, search terms used)

EP0-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>IEEE INDUSTRY STANDARDS AND TECHNOLOGY ORGANIZATION: "The Nexus 5001 Forum (TM) - Standard for a global-embedded Processor Debug Interface - Version 2.0" INET, 'Online! 23 December 2003 (2003-12-23), XP002334117 Retrieved from the Internet: URL: http://www.nexus5001.org/standard/ieee_1sto_5001_2003.pdf> 'retrieved on 2005-06-30! page 5 pages 23-24 pages 71-84 pages 99-100 pages 142-144</p> <p style="text-align: center;">----- -/-</p>	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 July 2005

Date of mailing of the international search report

11/08/2005

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.O. Box 5818 Patenthaus 2
NL - 2200 LV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kamps, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/002742

G.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	OTTERBACH R: "Rapid Control Prototyping - neue Möglichkeiten und Werkzeuge" VDI/VDE-FACHTAGUNG: STEUERUNG UND-REGELUNG VON FAHRZEUGEN UND MOTOREN - AUTOREG 2004, 2 March 2004 (2004-03-02), XP009050013	1-21, 23-26
A	MANNHEIM pages 531-533	22
X	DE 101 06 504 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 29 August 2002 (2002-08-29) paragraphs '0025!', '0033!; figure 1	1-
A	HANSELMANN H: "Automotive control: from concept to experiment to product" COMPUTER-AIDED CONTROL SYSTEM DESIGN, 1996., PROCEEDINGS OF THE 1996 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DEARBORN, MI; USA 15-18 SEPT. 1996, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 15 September 1996 (1996-09-15), pages 129-134, XP010198777 ISBN: 0-7803-3032-3 the whole document	1-26
A	VOJIN OKLOBDIJA: "The Computer Engineering Handbook" 2002, CRC PRESS, BOCA RATON, XP002334293 Kapitel 37.2 - Using Configurable Computing Systems page 4; figure 37.9d	15-20, 23-26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/EP2005/002742

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
DE 10106504	A1	29-08-2002	WO 02065220 A1	22-08-2002
		EP 1362267 A1		19-11-2003
		JP 2004518232 T		17-06-2004
		US 2003171905 A1		11-09-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen
PCT/EP2005/002742

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G05B17/02 G06F11/36 G06F15/78		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RESEARCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoffe (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G05B G06F		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbezüge) EPO-Internat, INSPEC		
C. ALS WESSENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	IEEE INDUSTRY STANDARDS AND TECHNOLOGY ORGANIZATION: "The Nexus 5001 Forum (TM) - Standard for a global embedded-Processor Debug Interface - Version 2.0" INET, 'Online! 23. Dezember 2003 (2003-12-23), XP002334117 Gefunden im Internet: URL: http://www.nexus5001.org/standard/ieee_1sto_5001_2003.pdf Gefunden am 2005-06-30! Seite 5 Seiten 23-24 Seiten 71-84 Seiten 99-100 Seiten 142-144	1
----- -/-		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*C* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgefüllt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Demonstration, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsfähiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*Y* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Abschlußdatum des internationalen Recherchenberichts
1. Juli 2005		11/08/2005
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5318 Patentamt 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Berechtigter Bediensteter Kamps, S

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/002742

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Januar 2004)

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Abkürzungen

PCT/EP2005/002742

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10106504 A1	29-08-2002	WO 02065220 A1	22-08-2002
		EP 1362267 A1	19-11-2003
		JP 2004518232 T	17-06-2004
		US 2003171905 A1	11-09-2003